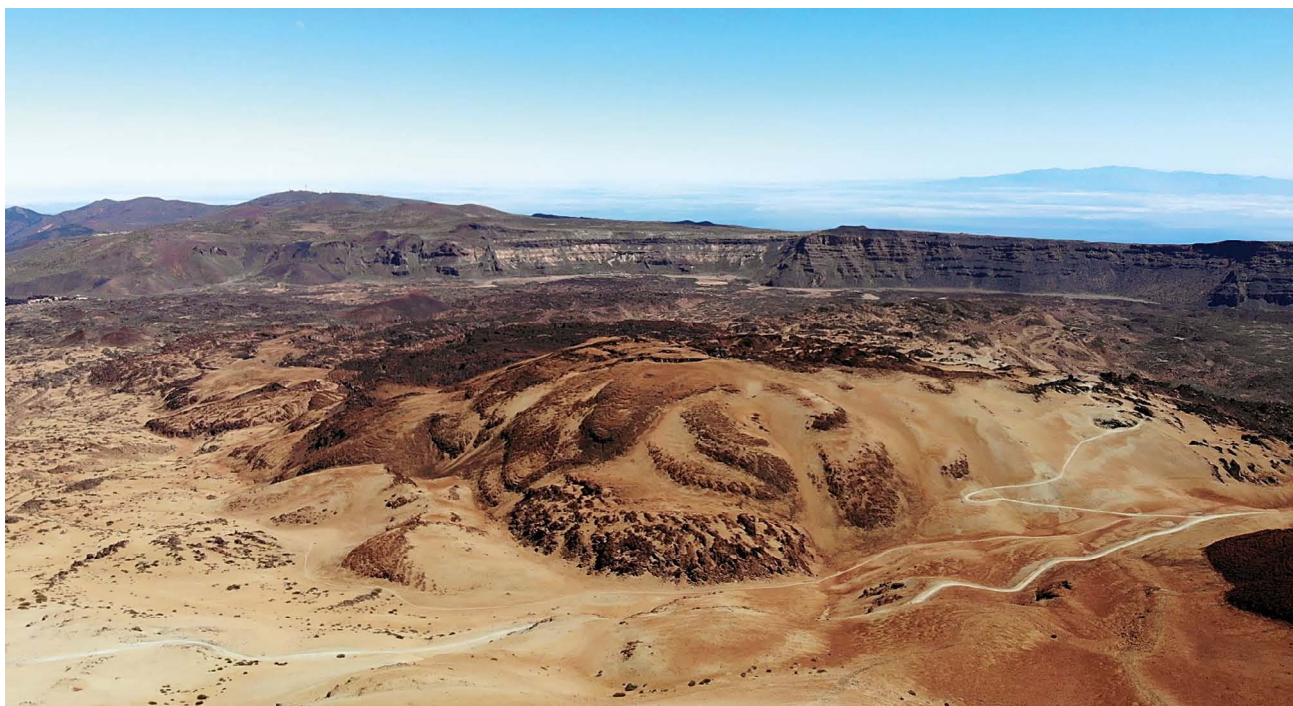


VULCANOLOGÍA

El origen de la caldera de Las Cañadas

Un trabajo de revisión propone una nueva solución
al largo debate sobre la formación de esta estructura tinerfeña.
Las conclusiones entrañan importantes consecuencias socioeconómicas

JOAN MARTÍ MOLIST



SECTOR ORIENTAL de la caldera de Las Cañadas, con el domo de montaña Rajada en primer plano.

La caldera de Las Cañadas, en Tenerife, constituye uno de los paisajes geológicos más bellos de nuestro planeta y una de las morfologías volcánicas mejor expuestas y más interesantes de cuantas conocemos. Prueba de ello es el interés que siempre ha despertado en la comunidad científica internacional, habiendo sido objeto de estudio, de forma más o menos continuada, desde la mitad del siglo XIX hasta nuestros días. Tales trabajos se han centrado tanto en la propia caldera como en el complejo volcánico de Teide-Pico Viejo, el cual se levanta en su interior.

Por lo general, se denomina caldera volcánica a la depresión creada por el hundimiento de un edificio volcánico dentro de su propia cámara magmática durante una erupción. Ejemplos recientes de la formación de este tipo de depresiones los hallamos en el archipiélago de Santorini, en Grecia, cuyo origen duran-

te una gran erupción ocurrida hace unos 3600 años se asocia a la desaparición de la civilización minoica; o en o la caldera de Krakatoa, en Indonesia, la cual se creó tras una gigantesca erupción ocurrida en 1883 y a la que siguió un tsunami que causó más de 30.000 víctimas.

Sin embargo, el término *caldera* se reserva también para otras depresiones volcánicas de origen muy distinto: aquellas formadas por erosión fluvial del terreno volcánico o por un gran deslizamiento que afectó a una ladera del volcán. Por esta razón, las primeras reciben el nombre de «calderas de colapso», mientras que las segundas se conocen como «calderas de erosión» o «de deslizamiento».

En ocasiones, sin embargo, discernir el origen de la depresión que observamos en la actualidad no resulta sencillo, lo que obliga a reconstruir el pasado geológico de la zona. Los elementos que permiten identificar la formación de una caldera

son su morfología, naturaleza, edad y la distribución de los depósitos volcánicos asociados, así como su estructura interna, siempre y cuando esta pueda «radiografiarse» por medio de técnicas geofísicas, algo que no siempre resulta posible.

En el caso de la caldera de Las Cañadas, su origen siempre ha suscitado polémica. A pesar del gran número de estudios geológicos, vulcanológicos, geofísicos y geomorfológicos que se han efectuado a lo largo de los años, su génesis continúa siendo incierta. Hay quienes piensan que es el resultado del hundimiento del edificio volcánico dentro de su cámara magmática como consecuencia de una sucesión de episodios eruptivos. Otros investigadores, sin embargo, consideran que la caldera tinerfeña corresponde a la cabecera (la parte más elevada) del valle de Icod, el cual se formó por uno o varios deslizamientos hacia el norte de parte de la isla de Tenerife.

CORTESÍA DEL AUTOR

Por un lado, la controversia sobre su origen surge de la imposibilidad de observar su interior de forma directa, ya que se trata de una estructura relativamente joven, poco erosionada y cubierta por los productos posteriores de los volcanes Teide y Pico Viejo. Por otro, el registro geológico de la isla muestra indicios claros de grandes erupciones capaces de generar calderas volcánicas, pero también de deslizamientos que han afectado y modificado la morfología de algunos de sus flancos. Es decir, sabemos que los eventos de colapso y los grandes deslizamientos han coexistido durante el proceso de formación de la isla de Tenerife, aunque en ocasiones sus límites y relaciones temporales se confunden.

Entender la formación de la caldera de Las Cañadas reviste gran importancia, ya que supone entender cómo funcionan y evolucionan los grandes volcanes. En un trabajo reciente publicado en *Earth-Science Reviews*, hemos revisado toda la información disponible sobre el origen de la caldera de Las Cañadas y su controversia. Un análisis exhaustivo de dichas pruebas revela que la estructura tinerfeña no se originó en un único evento, sino a raíz de varios procesos de colapso espaciados a lo largo del tiempo geológico, a los cuales habrían seguido los deslizamientos que dieron lugar al valle de Icod. Estos resultados no solo permiten armonizar los distintos hallazgos vulcanológicos, sino que implican importantes consecuencias para el futuro socioeconómico de la isla.

Una nueva visión

En nuestro caso el volcán es toda la isla de Tenerife, la cual incluye no solamente la caldera de Las Cañadas y el complejo de Teide-Pico Viejo, sino varios vestigios de otros muchos volcanes que se formaron y destruyeron a lo largo de la compleja historia de la isla.

Los datos geofísicos, estratigráficos, vulcanológicos, estructurales, geocronológicos y petrológicos existentes apoyan con solidez la existencia de múltiples colapsos durante la formación de la caldera tinerfeña. En este sentido, Las Cañadas no diferiría de muchas otras calderas «clásicas» originadas por procesos de colapso vertical, como la ya mencionada caldera de Santorini; las de Crater Lake y Long Valley, en EE.UU.; o las de Campos Flégreos y Somma-Vesuvio, en Italia.

Sin embargo, esos mismos estudios no niegan la existencia de procesos de desli-



EL COMPLEJO VOLCÁNICO de Teide-Pico Viejo, en Tenerife, se encuentra situado en el interior de la caldera de Las Cañadas, una gran depresión rodeada por una pared salvo en su flanco septentrional. Durante años se ha debatido si esta estructura se formó a causa del hundimiento del edificio volcánico durante una erupción, o como consecuencia de los deslizamientos de terreno que dieron lugar a los valles de Icod y La Orotava, al norte de la isla.

zamiento que pudiesen haber modificado algún sector de la caldera. Por ejemplo, la geología de las galerías de agua que perforan las vertientes de la isla de Tenerife (una de sus características más representativas) demuestra la existencia de un gran deslizamiento en el valle de Icod. Así pues, ¿qué cadena de procesos condujeron a la formación de la estructura que vemos en la actualidad?

Una revisión de toda la información publicada sobre el fenómeno a lo largo de los años permite desglosar las claves para una correcta interpretación de esta fascinante depresión volcánica. Por un lado, es posible abogar por un origen eruptivo, al identificar al menos tres de estos episodios durante su formación. Estos ocurrieron hace un millón, 560.000 y 180.000 años, respectivamente, y sus depresiones resultantes se solaparon de manera parcial, lo que dio lugar a lo que hoy es la totalidad de la caldera que observamos. No obstante, la sismicidad generada durante esos procesos eruptivos disparó el deslizamiento de partes de las laderas de Tenerife, lo que originó la formación de los grandes valles de deslizamiento, como el de Icod o La Orotava, hacia el norte de la isla. A su vez, estos generaron tsunamis,

cuyos restos pueden reconocerse en diversos puntos por encima de las actuales costas de Tenerife.

Esta nueva visión del origen de la caldera de Las Cañadas insiste en el hecho de que la depresión volcánica no se formó como consecuencia de un único evento. Antes bien, sería el resultado de varios procesos de colapso repartidos a lo largo del tiempo geológico. Ello impide adscribir su origen únicamente a la formación del valle de Icod. Pero, de igual modo, se debe aceptar que este valle, como ocurre con los de Güimar y La Orotava, fue el resultado de uno o varios episodios de deslizamiento lateral a gran escala y cuya cabecera se situaría hoy bajo los volcanes Teide y Pico Viejo. Esto permite explicar la desaparición de la parte superior de un sector de la pared norte de la caldera, sin que ello implique que dicho deslizamiento llegase a excavar el interior de la depresión caldérica.

Así pues, la aparente contradicción entre las dos hipótesis que se han propuesto para explicar la formación de la caldera de Las Cañadas puede solucionarse de forma simple admitiendo que ambos tipos de procesos, de colapso y de deslizamiento, pudieron estar relaciona-

¿COLAPSO O DESLIZAMIENTO?

LAS DOS HIPÓTESIS que se han propuesto para explicar la formación de la caldera de Las Cañadas pueden armonizarse admitiendo que ambos tipos de fenómenos, de colapso y de deslizamiento, tuvieron lugar. La solución radica en admitir que los primeros (d) fueron causa de los segundos (e) y que ambos afectaron a porciones distintas de la isla de Tenerife. Este esquema muestra el proceso completo a partir de la última gran erupción de la que se tiene constancia, ocurrida hace 180.000 años.

a Situación inicial



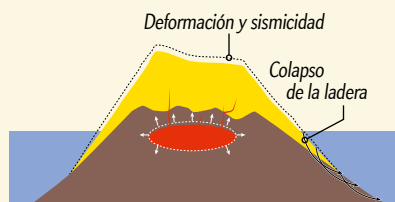
Estado de equilibrio. Los materiales del edificio de Las Cañadas residen sobre la parte antigua de la isla.

b Hace 180.000 años



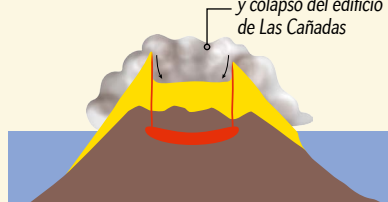
Se inicia el desequilibrio debido a una sobrepresión de la cámara magmática causada por una nueva intrusión de magma.

c Hace 180.000 años



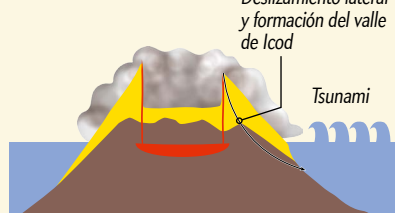
La sobrepresión genera sismicidad en toda la isla. Comienza el colapso lateral de la parte submarina de la ladera norte.

d Hace 180.000 años



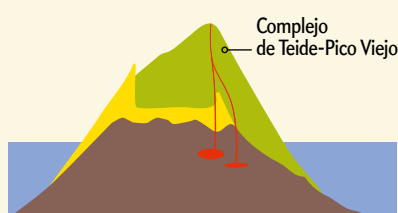
La deformación prosigue y se inicia la erupción que culmina en la formación de una caldera por colapso vertical.

e Hace 180.000 años



El colapso desencadena el deslizamiento de la vertiente norte, lo que da lugar al valle de Icod. La caída de rocas al mar provoca un tsunami.

f Situación actual



A lo largo de los años, la acumulación de material volcánico dará lugar la formación del complejo volcánico de Teide-Pico Viejo.

dos temporal e incluso mecánicamente (en el sentido de que uno pudo ser la causa del otro), siempre que aceptemos que ambos afectaron a porciones distintas de la isla de Tenerife.

Más allá de la vulcanología

Conocer el verdadero origen de la caldera de las Cañadas reviste importancia no solo desde un punto de vista vulcanológico,

sino también socioeconómico, ya que de ello depende en parte el propio desarrollo de la isla. Al respecto, me gustaría concluir con dos reflexiones.

El modelo hidrogeológico de Tenerife, de implicaciones económicas considerables, depende en gran medida del modelo formativo de la caldera. Este se sustenta actualmente en la hipótesis del deslizamiento, lo que implica que se asume una

distribución, geometría y volumen del acuífero contenido en la depresión, los cuales pueden ser muy distintos si nos hallamos ante una caldera de colapso. Como consecuencia, la estimación de los recursos hidrogeológicos de la isla podría no ser del todo correcta. Recordemos que el acuífero de Las Cañadas ha sido hasta ahora el mayor suministrador de agua dulce de Tenerife.

Por otro lado, de igual trascendencia resulta el origen de la caldera a la hora de evaluar el riesgo en la isla. El peligro geológico en Tenerife no solo viene marcado por la posibilidad de erupciones volcánicas de cierta magnitud, sino por la aparición de otros fenómenos como sismicidad, grandes deslizamientos y tsunamis, tal y como se ha observado en al menos dos ocasiones durante la formación de la caldera de Las Cañadas. Por tanto, esto debería tenerse en cuenta al estimar al riesgo geológico en la isla, por más que la recurrencia de tales procesos sea muy baja.

¿Cuál debería ser nuestra percepción del riesgo en caso de considerar que el Teide se alza en el interior de una caldera de colapso en lugar de sobre un plano de deslizamiento? La importancia de estas preguntas nos obliga a seguir investigando.

Joan Martí Molist es profesor de investigación en el Departamento de Geofísica y Georriesgos del Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, en Barcelona.

PARA SABER MÁS

The Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands): An overlapping collapse caldera generated by magma-chamber migration. J. Martí y A. Gudmundsson en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 103, n.º 1-4, págs. 161-173, diciembre de 2000.

New sonar evidence for recent catastrophic collapses of the north flank of Tenerife, Canary Islands. A. Watts y D. Masson en *Bulletin of Volcanology*, vol. 63, págs. 8-19, mayo de 2001.

Las Cañadas caldera, Tenerife, Canary Islands: A review, or the end of a long volcanological controversy. Joan Martí en *Earth-Science Reviews*, vol. 196, art. 102889, septiembre de 2019.

EN NUESTRO ARCHIVO

Calderas volcánicas gigantes. Peter Francis en *lyC*, agosto de 1983.